

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-216660

(43) 公開日 平成7年(1995)8月15日

(51) Int.Cl.⁶

D 0 1 F 9/12

C 0 1 B 31/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

1 0 1 Z

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-26039

(22) 出願日 平成6年(1994)1月28日

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72) 発明者 大嶋 哲

茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院
物質工学工業技術研究所内

(72) 発明者 湯村 守雄

茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院
物質工学工業技術研究所内

(72) 発明者 内田 邦夫

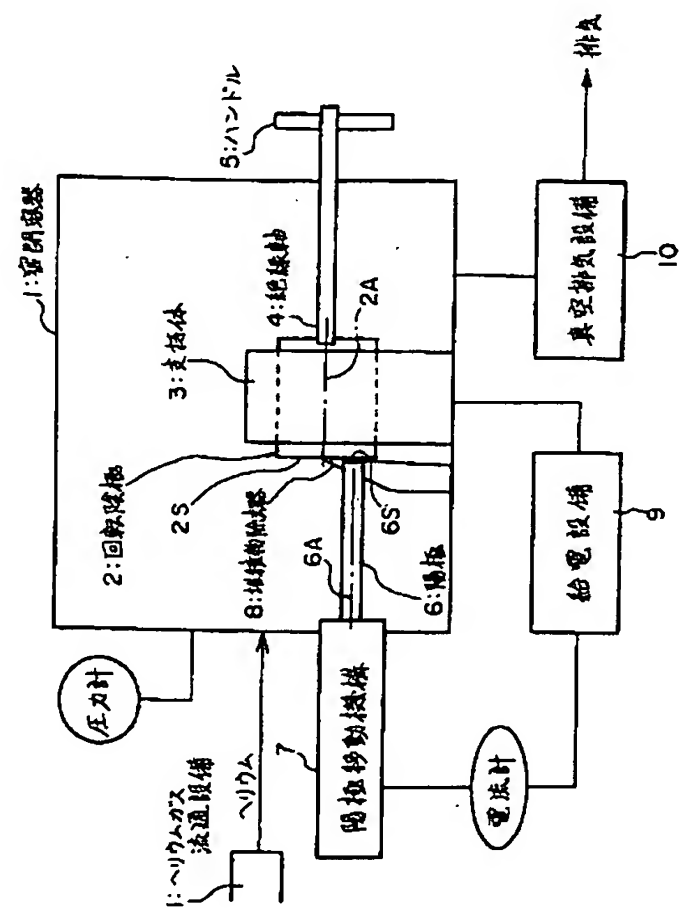
茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院
物質工学工業技術研究所内(74) 指定代理人 工業技術院物質工学工業技術研究所長
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カーボンナノチューブの連続製造方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 カーボンナノチューブを連続的に製造し、大量生産を可能とする。また、放電を安定化させ、操作を安定性及び信頼性のあるものとする。さらに、カーボンナノチューブの高収率化を図る。

【構成】 密閉容器(1)と、該密閉容器内に中心軸が水平方向となるように配置された陰極(2)と、該密閉容器内に該陰極の陰極面と対向するとともに中心軸が該陰極の中心と一定距離だけ離間するように水平方向に配置された陽極(6)と、該陰極と該陽極を相対的にかつ連続的又は間欠的に回転又は往復移動させる駆動機構(4、5)と、該陽極を固定支持するとともに水平方向に移動させる陽極移動機構(7)と、該密閉容器内に不活性ガスを流通させる不活性ガス流通手段(11)と、該陽極と該陰極の間に所要の電力を供給する給電手段(9)と、該陰極内の陰極面に堆積した陰極堆積物を除去する堆積物除去手段(8)とを具備することを特徴とするカーボンナノチューブの連続製造装置。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素材料を陽極として用いるとともに耐熱性導電材料を陰極として用い、該陽極と該陰極との相対的位置を連続的又は間欠的に移動させることにより放電位置を移動させながらアーク放電を行うとともに、生成した陰極堆積物を該陰極から除去することからなるカーボンナノチューブの連続製造方法。

【請求項2】 密閉容器と、
該密閉容器内に中心軸が水平方向となるように配置された陰極と、
該密閉容器内に該陰極の陰極面と対向するとともに中心軸が該陰極の中心と一定距離だけ離間するように水平方向に配置された陽極と、
該陰極と該陽極を相対的にかつ連続的又は間欠的に回転又は往復移動させる駆動機構と、
該陽極を固定支持するとともに水平方向に移動させうる陽極移動機構と、
該密閉容器内に不活性ガスを流通させる不活性ガス流通手段と、
該陽極と該陰極の間に所要の電力を供給する給電手段と、
該陰極内の陰極面に堆積した陰極堆積物を除去する堆積物除去手段とを具備することを特徴とするカーボンナノチューブの連続製造装置。

【請求項3】 該陰極が回転陰極であり、該回転陰極は手動又は回転駆動手段により回転しうるように設置されていることを特徴とする請求項2に記載のカーボンナノチューブの連続製造装置。

【請求項4】 陽極の消耗量を検知する消耗量検知手段を有し、その検知結果に基づき該陽極移動機構の動作が制御されるように構成されていることを特徴とする請求項2に記載のカーボンナノチューブの連続製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、カーボンナノチューブの連続的製造方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近発見されたカーボンナノチューブはフラーレンに続く新しい炭素の形態としてその物性が注目され、材料科学からエレクトロニクスまでの広範囲の分野への適用が期待される。このカーボンナノチューブは黒鉛等の炭素材料のアーク放電により生成する陰極堆積物中に存在することが知られており、従来は、黒鉛等の炭素材料を陽極として用いるとともに耐熱性導電材料を陰極として用い、かつ陰極の堆積物の成長に伴って陽極と陰極との間隙を調整しながらアーク放電を行うことによりカーボンナノチューブを製造していた。

【0003】しかしながら、この製造方法は回分式であるため大量生産が困難であり、また陰極堆積物の成長とともに陽極と陰極との間隙に広狭の差異を生じるため

2

に放電が不安定となって操作に安定性がないという欠点があった。さらに、生成した陰極堆積物が長時間アーク放電の場にあるためカーボンナノチューブの収率が低かった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような従来技術の欠点を解消するためになされたもので、次のことをその課題とする。

- (1) カーボンナノチューブを連続的に製造し、大量生産を可能とする。
- (2) 放電を安定化させ、操作を安定性及び信頼性のあるものとする。
- (3) カーボンナノチューブの高収率化を図る。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、本発明を完成するに至った。即ち、本発明によれば、炭素材料を陽極として用いるとともに耐熱性導電材料を陰極として用い、該陽極と該陰極との相対的位置を連続的又は間欠的に移動させることにより放電位置を移動させながらアーク放電を行うとともに、生成した陰極堆積物を該陰極から除去することからなるカーボンナノチューブの連続製造方法が提供される。また、本発明によれば、密閉容器と、該密閉容器内に中心軸が水平方向となるように配置された陰極と、該密閉容器内に該陰極の陰極面と対向するとともに中心軸が該陰極の中心と一定距離だけ離間するように水平方向に配置された陽極と、該陰極と該陽極を相対的にかつ連続的又は間欠的に回転又は往復移動させる駆動機構と、該陽極を固定支持するとともに水平方向に移動させうる陽極移動機構と、該密閉容器内に不活性ガスを流通させる不活性ガス流通手段と、該陽極と該陰極の間に所要の電力を供給する給電手段と、該陰極内の陰極面に堆積した陰極堆積物を除去する堆積物除去手段とを具備することを特徴とするカーボンナノチューブの連続製造装置が提供される。また、本発明によれば、上記構成において、該陰極が回転陰極であり、該回転陰極は手動又は回転駆動手段により回転しうるように設置されていることを特徴とするカーボンナノチューブの連続製造装置が提供される。さらに、本発明によれば、上記構成において、陽極の消耗量を検知する消耗量検知手段を有し、その検知結果に基づき該陽極移動機構の動作が制御されるように構成されていることを特徴とするカーボンナノチューブの連続製造装置が提供される。

【0006】以下本発明について詳述する。図1に本発明によるカーボンナノチューブの連続製造装置の一構成例を装置側面から見た概略図として示し、図2に装置上面から見た概略図として示す。図中1は密閉容器であり、該密閉容器1内には耐熱性導電材料からなる回転陰極2がその中心軸2Aを水平方向にして炭素等の導電性材料からなる支持体3により支持されている。ここで回

(3)

3

転陰極2に使用される耐熱性導電材料としては炭素、黒鉛、銅等を挙げることができる。回転陰極2の陰極面2Sと反対側の面側の中央には絶縁軸4の一端が公知の手法により固定され、該絶縁軸4の他端は密閉容器1の容器壁を介して容器外側に延びており、該他端にはハンドル5が取り付けられている。そしてこのハンドル5を手動で又はモーター等の回転駆動手段で回転することにより回転陰極2が回転可能となっている。

【0007】一方、陽極6が、その中心軸6Aを水平方向にして、その陽極面6Sを回転陰極2の陰極面2Sと対向させて、かつその中心軸6Aと回転陰極2の中心軸2Aとが上下方向に一定距離だけ離間するように配置されている。この様子を図3の(a)に斜視図で示す。ここで陽極6に使用される材料としては、黒鉛、炭素、或いは鉄、銅、コバルト等を含有させた黒鉛等を挙げることができる。回転陰極2の中心軸2Aと陽極6の中心軸6Aとの離間距離は、回転陰極2及び陽極6の寸法にもよるが、10～40mm、好ましくは20～25mm程度が適当である。また、陽極6の陽極面6S側の端部とは反対側の端部は陽極移動機構7に固定され、該陽極移動機構7は陽極6を水平方向に、即ち、図1の左右方向に移動させうる構造となっている。

【0008】また、アーク放電により回転陰極2の陰極面2Sに堆積した陰極堆積物を除去するために、堆積物除去器8が設置される。本構成例の堆積物除去器8はブレード状体であり、その先端が回転陰極2の中心とほぼ同じ高さで回転陰極1の陰極面2Sと接するように陰極支持体3に固定されており、回転陰極2の回転にともなう陰極堆積物を掻き落とすような構造になっている。本発明では、堆積物除去器8として、ここに例示のブレード状体のものの他、板状体、或いはエッジ部を有する任意の形状の部材等を用いることができる。

【0009】また、本装置には、回転陰極2と陽極6の間にアーク放電を生じさせる電力を供給する給電設備9、密閉容器1内を真空排気する真空排気設備10及び密閉容器1内にヘリウムガスを流通させるヘリウムガス流通設備11が設置される。ここでヘリウムガスの他、アルゴン、窒素等の不活性ガスを使用してもよい。

【0010】上記では回転陰極を回転させることにより陽極に対する相対位置を移動させたが、陽極を回転させることにより陰極に対する相対位置を移動させてもよく、また回転移動の代わりに少なくともいずれか一方を他方に対して往復移動させることにより相対位置を移動させるようにしてもよい。また円筒状の陰極の円周面をアーク放電面(陰極面)として用いてもよい。図3の(b)と(c)にこれらの変形例の2例を示す。また、陽極6の消耗量を検知するセンサーを取付け、該センサーの検知結果に基づき陽極移動機構7の動作を制御して、陽極6と回転陰極2との間隙を常に一定に保つようにしてもよい。

4

【0011】次に、上記構成の装置を用いてカーボンナノチューブを連続して製造する方法について説明する。まず、陽極移動機構7により陽極6を回転陰極2の方へ移動させて陽極6の陽極面6Sと回転陰極2の陰極面2Sを密着させ、真空排気設備10により密閉容器1内を排気する。ここで真空度は0.1～760Torr、好ましくは1～20Torrとするのが適当である。そして密閉容器1内を真空中に保ちながら給電設備9により陽極6と回転陰極2との間に電力を供給し、陽極を加熱する予備処理を行う。この予備処理は酸素、水分等の除去のために行うものである。

【0012】次に、ヘリウムガス流通設備11により密閉容器1内にヘリウムガスを1分当たり1～20リットル、好ましくは5～10リットル流しながら、圧力を調整する。ここで圧力は10Torr～2気圧、好ましくは500Torr～1気圧とするのが適当である。ガス流量及び圧力を整えた後、陽極移動機構7により陽極6を後退させて陽極6と回転陰極2との間隙を調整するとともに、給電設備9により供給電流の調整を行う。ここで、陽極6と回転陰極2との間隙は0.1～5mm、好ましくは0.5～2mm程度が適当であり、供給電流は50～300A、好ましくは100～200A程度が適当である。これらの調整の後、穏やかなアーク放電を開始させて、ハンドル5を間欠的に又は連続的に回転させることにより、回転陰極2を回転させる。そして回転陰極2の陰極面2Sに堆積した陰極堆積物を堆積物除去器8で除去して、カーボンナノチューブを連続的に得る。この場合、回転陰極2の回転速度は2～30回転/分、好ましくは5～10回転/分程度が適当である。また、陽極6の消耗量に伴って陽極移動機構7を作動させて陽極6を回転陰極2側に前進させて回転陰極2との間隙を一定に保つ。

【0013】

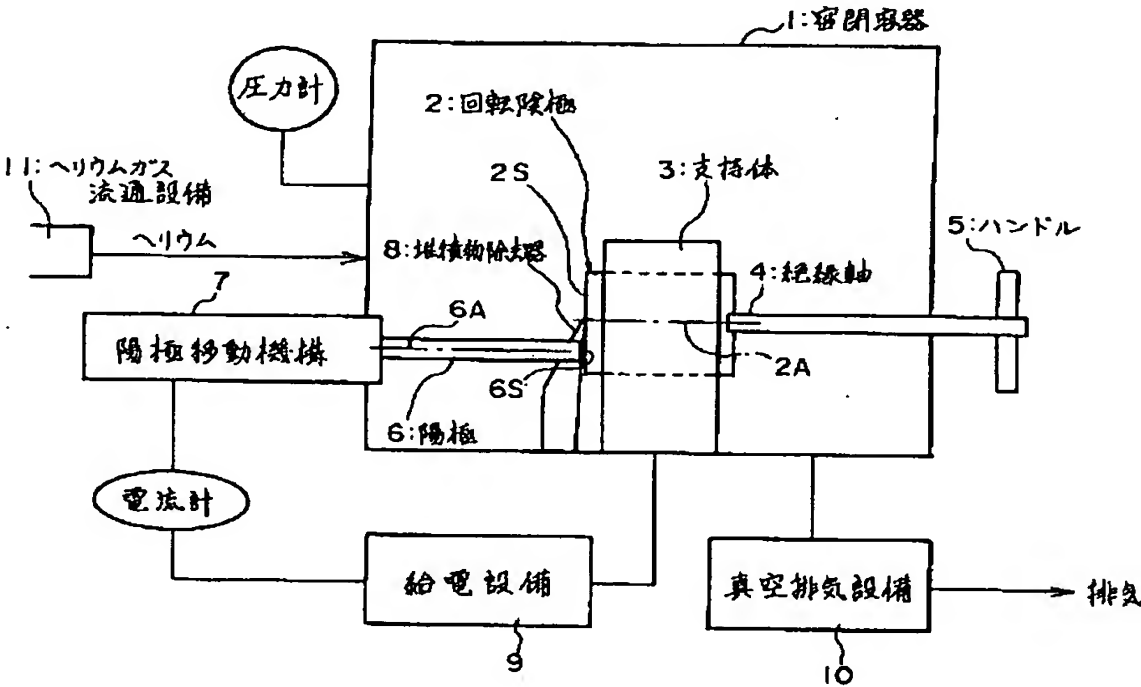
【実施例】次に本発明の実施例を述べる。装置として図1及び図2に示す構造のものを使用した。陽極としては黒鉛棒(直径15mm)を用い、陰極としては炭素製回転陰極(直径65mm)を用い、陽極の中心と回転陰極の中心とは上下に25mmの隔りがあるように両者を配置した。まず、陽極の黒鉛棒と回転陰極を密着させ密閉容器を排気し、容器内を1Torrに保ちながら給電設備で黒鉛棒が暗赤色に発色する程度の電流を流しながら約3時間放置した。次に、密閉容器内にヘリウムガスを満たし、1気圧下で1分当たり約10リットルの流量でヘリウムガスを流しながら黒鉛棒を後退させて回転陰極との間隙及び電流の調整を行った。間隙の値は1mm、電流値は100Aに設定した。次に、穏やかな放電を開始させてからハンドルを1分当たり約10回転の速度で回転させながら、陰極堆積物を陰極面上に堆積させ、その陰極堆積物を堆積物除去器により掻き落として除去した。陽極の黒鉛棒の消耗に伴って陽極移動機構により

(4)

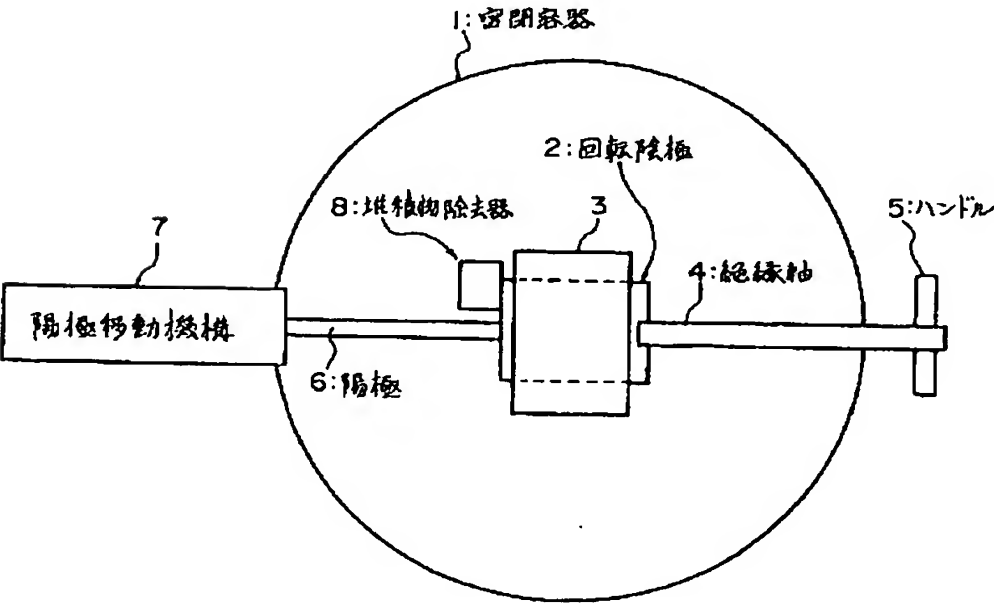
5
黒鉛棒を前進させて回転陰極との間隙を一定に保った。
【0014】 上述の操作でカーボンナノチューブを含む陰極堆積物の粉末約1gを得た。この陰極堆積物のSEM写真像からこれらがカーボンナノチューブであることを確認した。比較のために従来の方
法で得た陰極堆積物のSEM写真像と比較したところ、本発明の実施例で得られたカーボンナノチューブは細く生成量も多くなっていることがわかった。
【0015】
【発明の効果】 本発明によれば、陽極と陰極の相対位置を移動させながらアーク放電を行うようにしたので、陰極堆積物を速やかにアーク放電の場から取り出すとともに、生成した陰極堆積物を同時に除去することができるため、カーボンナノチューブを連続的にかつ大量に高収率で製造することが可能となる。また、陽極と陰極との

6
間隙を常時一定に保つことにより放電が安定化し、操作が安定かつ信頼性のあるものとなる。
【図面の簡単な説明】
【図1】 本発明によるカーボンナノチューブの連続製造装置の一構成例を装置側面から見た概略である。
【図2】 図1の装置を上面から見た概略図である。
【符号の説明】
1 密閉容器
2 回転陰極
2S 陰極面
2A 中心軸
4 絶縁軸
5 ハンドル
6 陽極
6S 陽極面
6A 中心軸
7 陽極移動機構
8 堆積物除去器
9 給電設備
10 真空排気設備
11 ヘリウムガス流通設備

【図1】

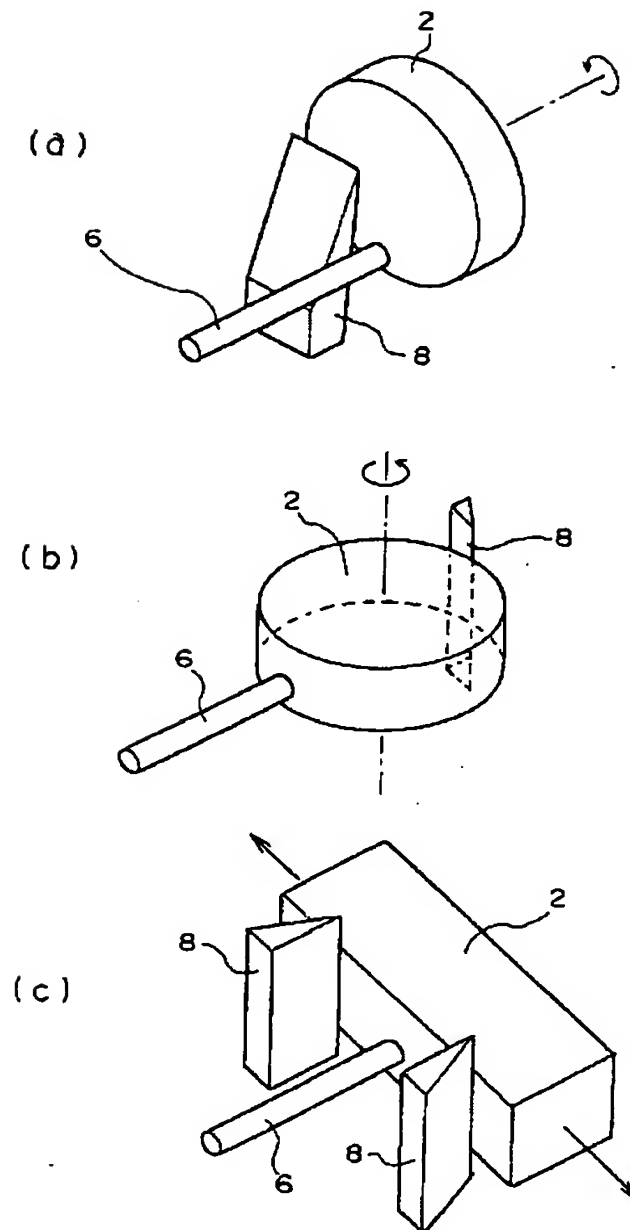


【図2】



(5)

【図3】



フロントページの続き

(72) 発明者 栗木 安則
 茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院
 物質工学工業技術研究所内

(72) 発明者 伊ヶ崎 文和
 茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院
 物質工学工業技術研究所内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-216660

(43)Date of publication of application : 15.08.1995

(51)Int.Cl.

D01F 9/12
C01B 31/02

(21)Application number : 06-026039

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE &
TECHNOL

(22)Date of filing : 28.01.1994

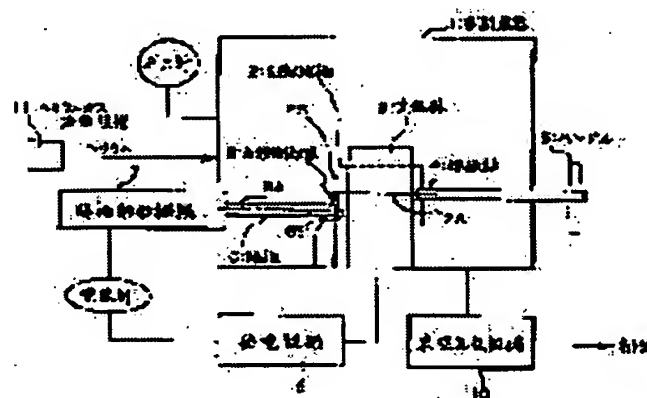
(72)Inventor : OSHIMA SATORU
YUMURA MORIO
UCHIDA KUNIO
KURIKI YASUNORI
IGASAKI FUMIKAZU

(54) CONTINUOUS PRODUCTION OF CARBON NANOTUBE AND APPARATUS THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a process for the continuous mass-production of carbon nanotube while stabilizing electrical discharge and keeping the stability and reliability of the operation.

CONSTITUTION: This apparatus for the continuous production of carbon nanotube is provided with a closed vessel 1, a cathode 2 placed in the closed vessel keeping the center axis in horizontal direction, an anode 6 horizontally placed in the closed vessel in a state opposite to the cathode face of the cathode and separating the center axis from the center of the cathode by a definite distance, driving mechanisms 4, 5 to continuously or intermittently rotate or reciprocate the cathode and the anode relative to each other, an anode-moving mechanism 7 for supporting and horizontally transferring the anode, an inert gas passing means 11 to pass an inert gas through the closed vessel, a power-supplying means 9 to apply a prescribed electric power between the anode and the cathode and a precipitate-



removing means 8 to remove the substance precipitated on the cathode surface of the cathode.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.01.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2526408

[Date of registration] 14.06.1996

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. * ** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the continuous manufacture method of a carbon nanotube, and equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The physical properties attract attention as a gestalt of the new carbon with which the carbon nanotube discovered recently follows fullerene, and application in the wide range field from material science to electronics is expected. Existing in the cathode sediment generated by the arc discharge of carbon materials, such as a graphite, was known, and this carbon nanotube was manufacturing the carbon nanotube by performing arc discharge, adjusting the gap of an anode plate and cathode with growth of the sediment of cathode, while using carbon materials, such as a graphite, as an anode plate conventionally using a heat-resistant electrical conducting material as cathode.

[0003] However, since this manufacture method was a batch process, it was difficult to mass-produce, and since the difference in extensive ** was produced in the gap of an anode plate and cathode with growth of a cathode sediment, it had the defect that discharge served as instability and there was no stability in actuation. Furthermore, since the generated cathode sediment was in the field of prolonged arc discharge, the yield of a carbon nanotube was low.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention was made in order to cancel the defect of such conventional technology, and it makes the following thing the technical problem.

- (1) Manufacture a carbon nanotube continuously and make mass production method possible.
- (2) Discharge shall be stabilized and it shall be stable and reliable in actuation.
- (3) Attain high yield-ization of a carbon nanotube.

[0005]

[Means for Solving the Problem] this invention persons came to complete this invention, as a result of repeating examination wholeheartedly that the above-mentioned technical problem should be solved. That is, while performing arc discharge according to this invention, moving a discharge location by moving continuously or intermittently a relative location of this anode plate and this cathode while using a carbon material as an anode plate using a heat-resistant electrical conducting material as cathode, a continuation manufacture method of a carbon nanotube which consists of removing a generated cathode sediment from this cathode is offered. Moreover, cathode arranged so that a medial axis may become horizontal in a well-closed container and this well-closed container according to this invention, An anode plate horizontally arranged so that a medial axis may estrange only a center and fixed distance of this cathode while countering with a cathode side of this cathode in this well-closed container, A drive which rotates or moves [both-way] relatively continuously or intermittently in this cathode and this anode plate, An anode plate migration device in which make it move horizontally and it gets while carrying out fixed support of this anode plate, An inert gas instrument of circulation which circulates inert gas in this well-closed container, and a feed means to supply necessary power between this anode

plate and this cathode, A continuation manufacturing installation of a carbon nanotube characterized by providing a sediment clearance means to remove a cathode sediment deposited on a cathode side in this cathode is offered. Moreover, according to this invention, in the above-mentioned configuration, this cathode is revolution cathode and a continuation manufacturing installation of a carbon nanotube characterized by installing this revolution cathode so that it may rotate by hand control or revolution driving means is offered. Furthermore, according to this invention, in the above-mentioned configuration, it has an amount detection means of consumption to detect the amount of consumption of an anode plate, and a continuation manufacturing installation of a carbon nanotube characterized by being constituted so that actuation of this anode plate migration device may be controlled based on the detection result is offered.

[0006] This invention is explained in full detail below. An example of 1 configuration of a continuation manufacturing installation of a carbon nanotube by this invention is shown in drawing 1 as a schematic diagram seen from the equipment side, and it is shown as a schematic diagram seen from the equipment upper surface to drawing 2. One in drawing is a well-closed container, and is supported by the base material 3 with which the revolution cathode 2 which consists of a heat-resistant electrical conducting material in this well-closed container 1 makes the medial-axis 2A horizontal, and consists of conductive materials, such as carbon. Carbon, a graphite, copper, etc. can be mentioned as a heat-resistant electrical conducting material used for the revolution cathode 2 here. Technique in which an end of the insulating shaft 4 is well-known is fixed in the center by the side of a field of a cathode side 2S and an opposite hand of the revolution cathode 2, the other end of this insulating shaft 4 is prolonged on the container outside through a vessel wall of a well-closed container 1, and a handle 5 is attached in this other end. And the revolution cathode 2 is pivotable by being manual or rotating this handle 5 by revolution driving means, such as a motor.

[0007] It is arranged so that an anode plate 6 may make the medial-axis 6A horizontal, and the anode plate side 6S may be made to counter with cathode side 2S of the revolution cathode 2 on the other hand and the medial-axis 6A and medial-axis 2A of the revolution cathode 2 may estrange only fixed distance in the vertical direction. A perspective diagram shows this situation to (a) of drawing 3. As a material used for an anode plate 6 here, a graphite which made a graphite, carbon or iron, copper, cobalt, etc. contain can be mentioned. Although clearance of medial-axis 2A of the revolution cathode 2 and medial-axis 6A of an anode plate 6 is based also on a size of the revolution cathode 2 and an anode plate 6, about 20-25mm is preferably suitable for it 10-40mm. Moreover, with an edge by the side of anode plate side 6S of an anode plate 6, an edge of an opposite hand is fixed to the anode plate migration device 7, and this anode plate migration device 7 has structure of making it moving to a longitudinal direction of drawing 1 horizontally, and dealing in an anode plate 6.

[0008] Moreover, in order to remove a cathode sediment deposited on cathode side 2S of the revolution cathode 2 by arc discharge, the sediment clearance machine 8 is installed. The sediment clearance machine 8 of this example of a configuration is a blade-like object, and it is fixed to the cathode base material 3 so that the head may touch cathode side 2S of the revolution cathode 1 in the almost same height as a center of the revolution cathode 2, and it has structure which fails to scratch a cathode sediment with a revolution of the revolution cathode 2. In this invention, a member of a configuration of arbitration which has the others, a plate, or the edge section of a blade-like object of instantiation etc. can be used here as a sediment clearance machine 8. [thing]

[0009] Moreover, the gaseous helium negotiation equipment 11 which circulates gaseous helium is installed by this equipment in the feed equipment 9 which supplies power which produces arc discharge between the revolution cathode 2 and an anode plate 6, the evacuation equipment 10 which carries out evacuation of the inside of a well-closed container 1, and a well-closed container 1. Inert gas, such as an argon besides gaseous helium and nitrogen, may be used here.

[0010] Although a relative position to an anode plate was moved by rotating revolution cathode above, you may make it move a relative position by rotating an anode plate by moving a relative position to cathode and carrying out both-way migration of either to another side instead of a rotation at least. Moreover, a periphery side of cylinder-like cathode may be used as an arc discharge side (cathode side).

Two examples of these modifications are indicated to be (b) of drawing 3 to (c). Moreover, based on a detection result of anchoring and this sensor, actuation of the anode plate migration device 7 is controlled for a sensor which detects the amount of consumption of an anode plate 6, and you may make it always keep constant a gap of an anode plate 6 and the revolution cathode 2.

[0011] Next, how to manufacture a carbon nanotube continuously using equipment of the above-mentioned configuration is explained. First, an anode plate 6 is moved to a direction of the revolution cathode 2 according to the anode plate migration device 7, anode plate side 6S of an anode plate 6 and cathode side 2S of the revolution cathode 2 are stuck, and the inside of a well-closed container 1 is exhausted with the evacuation equipment 10. It is preferably appropriate for a degree of vacuum to be referred to as 1 - 20Torr 0.1 to 760 Torr here. And power is supplied between an anode plate 6 and the revolution cathode 2 with the feed equipment 9, maintaining the inside of a well-closed container 1 at a vacuum, and conditioning which heats an anode plate is performed. This conditioning is a thing of clearances, such as oxygen and moisture, to perform for accumulating.

[0012] Next, the gaseous helium negotiation equipment 11 adjusts preferably 1-20l. per minute of pressures for gaseous helium with a 5-10l. sink in a well-closed container 1. here -- a pressure -- 10Torr (s)- it is appropriate to consider as 500Torr(s) - 1 atmospheric pressure preferably two atmospheric pressures. After preparing a quantity of gas flow and a pressure, while retreating an anode plate 6 according to the anode plate migration device 7 and adjusting a gap of an anode plate 6 and the revolution cathode 2, the feed equipment 9 adjusts supply current. here -- a gap of an anode plate 6 and the revolution cathode 2 -- 0.1-5mm -- desirable -- about 0.5-2mm -- suitable -- supply current -- 50-300A -- about 100-200A is preferably suitable. A rotating electrode 2 is rotated by making moderate arc discharge start after these adjustments, and rotating a handle 5 intermittently or continuously. And the sediment clearance machine 8 removes a cathode sediment deposited on cathode side 2S of the revolution cathode 2, and a carbon nanotube is obtained continuously. In this case, 5 - 10 revolution-per-minute degree is preferably suitable for rotational speed of a rotating electrode 2 two to 30 revolution per minute. Moreover, the anode plate migration device 7 is operated in connection with the amount of consumption of an anode plate 6, an anode plate 6 is advanced to the revolution cathode 2 side, and a gap with the revolution cathode 2 is kept constant.

[0013]

[Example] Next, the example of this invention is described. The thing of the structure shown in drawing 1 and drawing 2 as equipment was used. Using a graphite rod (diameter of 15mm) as an anode plate, the center of an anode plate and the center of revolution cathode have stationed both, as there is 25mm distance that it is cathode up and down using the revolution cathode made from carbon (diameter of 65mm). First, the graphite rod and revolution cathode of an anode plate were stuck, the well-closed container was exhausted, and the current of the degree which a graphite rod colors to low red heat with feed equipment was left with the sink for about 3 hours, maintaining the inside of a container at 1Torr. Next, gaseous helium was filled in the well-closed container, gaseous helium retreated the graphite rod with the sink by the flow rate of about 10l. per minute under 1 atmospheric pressure, and a gap with revolution cathode and adjustment of current were performed. The value of a gap was set as 1mm and the current value was set as 100A. Next, rotating a handle at the rate of about 10 revolutions per minute, after making moderate discharge start, the cathode sediment was made to deposit on a cathode side, it was failed with a sediment clearance vessel to scratch the cathode sediment, and it was removed. The graphite rod was advanced according to the anode plate migration device with consumption of the graphite rod of an anode plate, and the gap with revolution cathode was kept constant.

[0014] About 1g of powder of the cathode sediment which contains a carbon nanotube by above-mentioned actuation was obtained. It checked that these were carbon nanotubes from the SEM photograph image of this cathode sediment. When compared with the SEM photograph image of the cathode sediment obtained by the conventional method for the comparison, it turned out that the amount of generation of the carbon nanotube obtained in the example of this invention has also increased thinly.

[0015]

[Effect of the Invention] Since it was made to perform arc discharge according to this invention, moving

the relative position of an anode plate and cathode and the generated cathode sediment is simultaneously removable while taking out a cathode sediment from the field of arc discharge promptly, it becomes possible to manufacture a carbon nanotube by high yield to a large quantity continuously. Moreover, by always keeping the gap of an anode plate and cathode constant, discharge is stable and actuation is stable and reliable.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline which looked at the example of 1 configuration of the continuation manufacturing installation of the carbon nanotube by this invention from the equipment side.

[Drawing 2] It is the schematic diagram which looked at the equipment of drawing 1 from the upper surface.

[Description of Notations]

1 Well-closed Container 2 Revolution Cathode

2S Cathode side 2A Medial axis

4 Insulating Shaft 5 Handle

6 Anode Plate 6S Anode Plate Side

6A Medial axis 7 Anode plate migration device

8 Sediment Clearance Machine 9 Feed Equipment

10 Evacuation Equipment 11 Gaseous Helium Negotiation Equipment

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A continuation manufacture method of a carbon nanotube which consists of removing a generated cathode sediment from this cathode while performing arc discharge, moving a discharge location by moving continuously or intermittently a relative location of this anode plate and this cathode while using a carbon material as an anode plate using a heat-resistant electrical conducting material as cathode.

[Claim 2] A continuation manufacturing installation of a carbon nanotube characterized by providing the following. A well-closed container Cathode arranged so that a medial axis may become horizontal in this well-closed container An anode plate horizontally arranged so that a medial axis may estrange only a center and fixed distance of this cathode, while countering with a cathode side of this cathode in this well-closed container A drive which rotates or moves [both-way] relatively continuously or intermittently in this cathode and this anode plate, an anode plate migration device in_ which make it move horizontally and it gets while carrying out fixed support of this anode plate, an inert-gas instrument of circulation which circulates inert gas in this well-closed container, a feed means supply necessary power between this anode plate and this cathode, and a sediment clearance means remove a cathode sediment deposited on a cathode side in this cathode

[Claim 3] It is the continuation manufacturing installation of a carbon nanotube according to claim 2 characterized by for this cathode being revolution cathode, and installing this revolution cathode so that it may rotate by hand control or revolution driving means.

[Claim 4] A continuation manufacturing installation of a carbon nanotube according to claim 2 characterized by being constituted so that it may have an amount detection means of consumption to detect the amount of consumption of an anode plate and actuation of this anode plate migration device may be controlled based on the detection result.

[Translation done.]

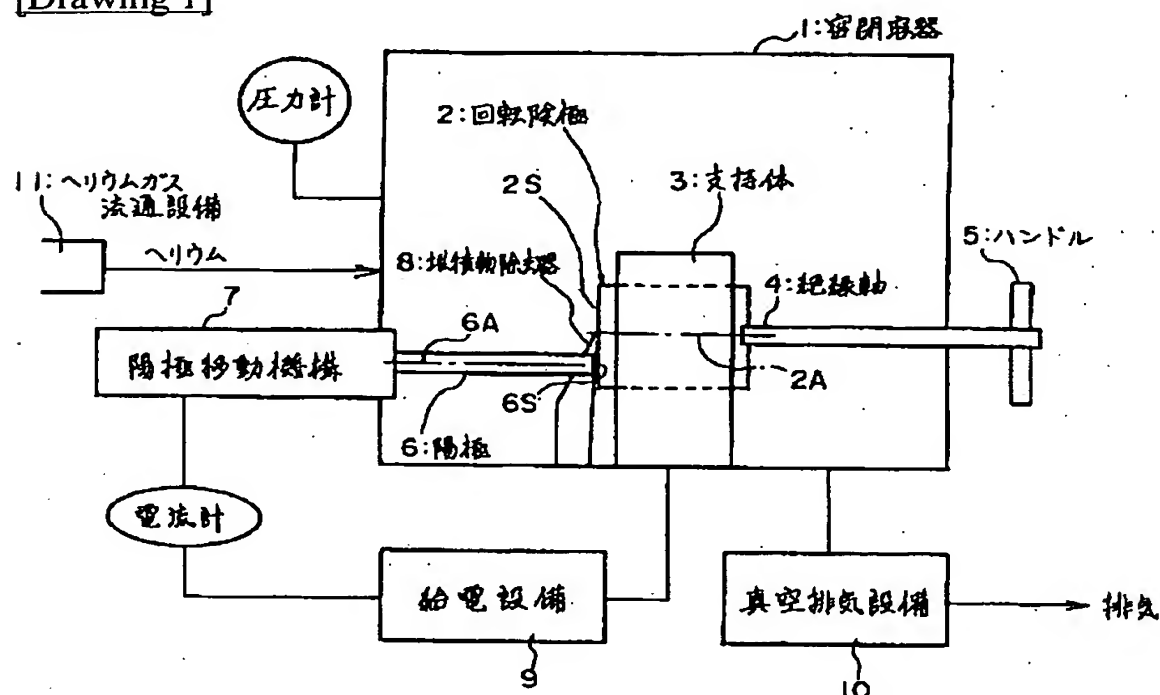
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

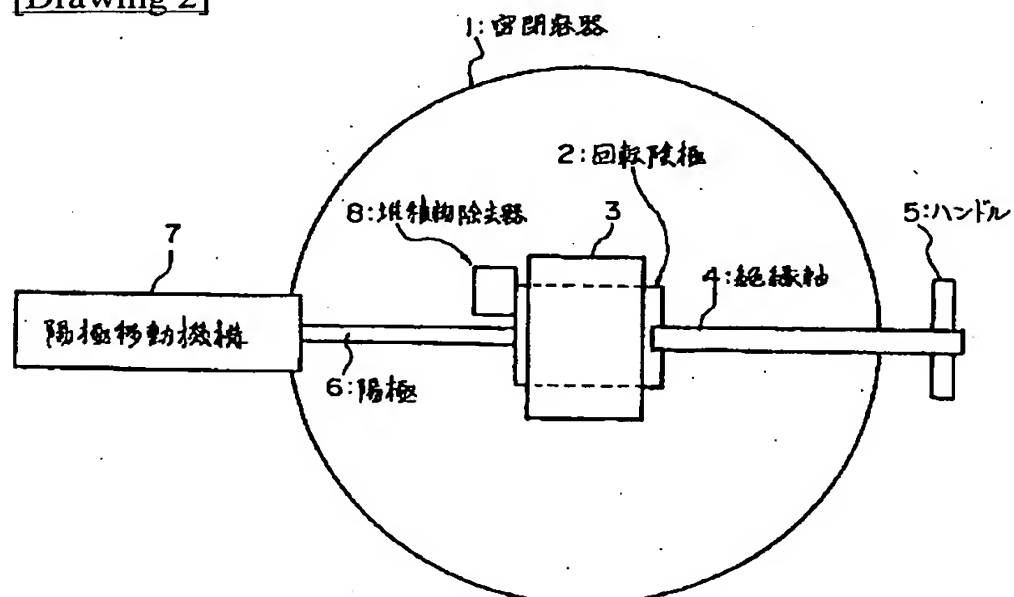
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

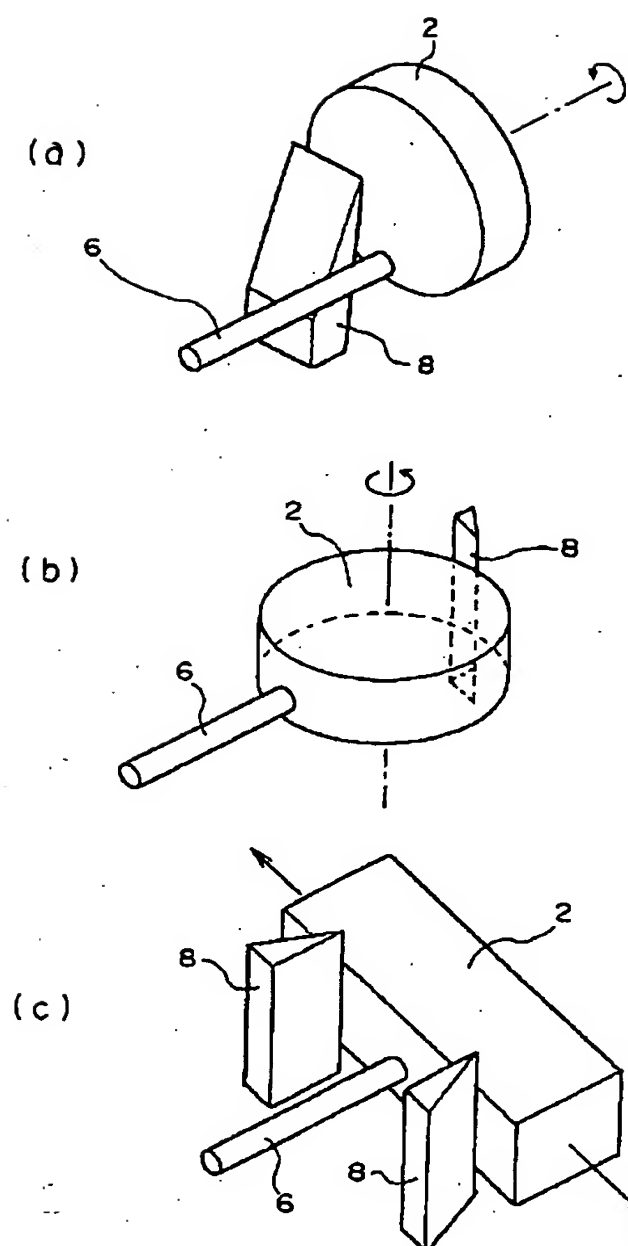
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]